

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять та самостійної роботи

з дисципліни

«ШЛЯХИ СПОЛУЧЕННЯ»

*(для студентів 5 курсу спеціальностей
7.07010104, 8.07010104 «Організація і регулювання дорожнього руху»,
7.07010102, 8.07010102 «Організація перевезень і управління на транспорті»)*

Харків
ХНАМГ
2011

Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи з дисципліни «Шляхи сполучення» (для студентів 5 курсу спеціальностей 7.07010104, 8.07010104 «Організація і регулювання дорожнього руху», 7.07010102, 8.07010102 «Організація перевезень і управління на транспорті») / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: Є. І. Куш, Д. П. Понкратов, Д. М. Рославцев. – Х.: ХНАМГ, 2011. – 34 с.

Укладачі: Є. І. Куш, Д. П. Понкратов, Д. М. Рославцев

Методичні вказівки побудовані за вимогами кредитно-модульної системи організації навчального процесу.

Рецензент: д.т.н., проф. кафедри транспортних систем і логістики
Ю. О. Давідіч

Рекомендовано кафедрою транспортних систем і логістики,
протокол № 1 від 08.09.2009 р.

Практична робота 1

РОЗРАХУНОК КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ

Мета роботи - провести розрахунок конструктивних елементів автомобільної дороги.

Етапи виконання

1. Визначення обсягу перевезень у перспективному році.
2. Визначення середньорічної добової інтенсивності і складу руху.
3. Встановлення категорії дороги, розрахункові швидкості руху та параметрів автомобільних доріг, що залежать від розрахункової швидкості.
4. Визначення параметрів поперечного профілю.
5. Складання висновку по роботі.

Вказівки до виконання

1. *Визначення обсягу перевезень у перспективному році*

Перспективний рік для доріг загальної мережі при призначенні їм категорії й основних технічних нормативів приймають на 20 років від початку експлуатації дороги.

Обсяг вантажних перевезень у перспективному році варто визначати за геометричною прогресією з постійними темпами росту протягом розрахункового періоду. Для цього треба користуватися наступною залежністю

$$Q_{2p} = Q_o (1 + q)^n, \quad (1.1)$$

де Q_o - кількість вантажів, що підлягають перевезенню дорогою у базовому році, т;

q – середньорічний приріст обсягу вантажних перевезень у перспективі, в частках одиниці;

n - кількість років розрахункового періоду (слід застосувати як такі, що дорівнюють 20 рокам).

Відповідно до завдання, варто розподілити обсяг вантажів у розрахунковому році за марками автомобілів із виразу

$$Q_{rj} = \alpha_j \cdot Q_{zp}, \quad (1.2)$$

де α_j - питома вага автомобілів j - ї марки в складі відповідно до завдання, у частках одиниці.

2. Визначення середньорічної добової інтенсивності і складу руху

Розрахунок середньорічної добової інтенсивності руху дорогою в перспективному році варто робити на основі даних про обсяг вантажних і пасажирських перевезень.

Інтенсивність руху в перспективному році необхідно визначити за виразом:

$$N = N_{zp} + N_l + N_a, \quad (1.3)$$

де N_{zp} , N_l , N_a - середньорічна добова інтенсивність руху вантажних, легкових автомобілів і автобусів, авт./доб.

Інтенсивність руху вантажних автомобілів знаходимо за виразом

$$N_{zp} = \frac{Q_{zp} \cdot K_{нз}}{T_p \cdot \overline{G} \cdot \overline{K_z} \cdot \overline{K_n}}, \quad (1.4)$$

де $K_{нз}$ - коефіцієнт неврахованих вантажів за господарсько-експлуатаційним обслуговуванням населення і виробництва спеціальних автомобілів;

T_p - розрахункове число днів роботи автомобільного транспорту протягом року;

\overline{G} - середня вантажопідйомність автомобілів, т;

$\overline{K_z}$ - середній коефіцієнт використання вантажопідйомності;

$\overline{K_n}$ - середній коефіцієнт використання пробігу.

Коефіцієнт неврахованих вантажів варто приймати в залежності від рівня розвитку району будівництва дороги, як:

1,45 – для доріг у районах із високорозвиненими продуктивними силами, найбільше густонаселених, із невеликою відстанню між населеними пунктами (10 км і менше), у районах розташування курортів і місць масового відпочинку населення;

1,30 – для доріг у районах із середнім розвитком продуктивних сил і середньої густоти населення, із відстанню між населеними пунктами 10 - 25 км;

1,20 – для доріг у районах із слабким розвитком продуктивних сил, із малою густотою населення і рідкого розташування населених пунктів - більше 25 км один від одного.

Розрахункове число робочих днів для виконання подальших вантажних перевезень варто брати в залежності від народногосподарського значення доріг. Так, для доріг загальнодержавного значення цей розмір дорівнює 275 дням, для доріг обласного значення вона складає 225 - 250 днів, а для доріг місцевого значення – 175 - 225 днів.

Середню вантажопідйомність автомобілів треба вирахувати, беручи до відома склад транспортного потоку за формулою:

$$\overline{G} = \alpha_1 G_1 + \alpha_2 G_2 + \alpha_3 G_3. \quad (1.5)$$

У розрахунках приймаємо $G_1=4$, $G_2=5$, $G_3=7,5$.

Середньозважені коефіцієнти використання вантажопідйомності і пробігу визначають за аналогічними формулами

$$\overline{K}_c = \alpha_1 K_{c1} + \alpha_2 K_{c2} + \alpha_3 K_{c3}, \quad (1.6)$$

$$\overline{K}_n = \alpha_1 K_{n1} + \alpha_2 K_{n2} + \alpha_3 K_{n3}, \quad (1.7)$$

Після визначення середньорічної добової інтенсивності руху вантажних автомобілів варто розрахувати інтенсивність легкових автомобілів і автобусів за такими виразами

$$N_{\text{л}} = C \cdot N_{\text{зр}}, \quad (1.8)$$

$$N_{\text{а}} = d \cdot N_{\text{зр}}, \quad (1.9)$$

де коефіцієнти

$C = 1,25$; $d = 0,25$ - для доріг у курортних районах;
 $C = 0,8$; $d = 0,2$ - для доріг у районах із високорозвиненими
 продуктивними силами;
 $C = 0,6$; $d = 0,1$ - для доріг із середнім розвитком
 продуктивних сил;
 $C = 0,25$; $d = 0,05$ - для доріг у районах із слабким розвитком
 продуктивних сил.

Для визначення складу руху потоку з обліком пасажирських автомобілів варто установити середньорічну добову інтенсивність руху вантажних автомобілів кожної марки в такий спосіб

$$N_{\text{зр1}} = \alpha_1 \cdot N_{\text{зр}}; N_{\text{зр2}} = \alpha_2 \cdot N_{\text{зр}}; N_{\text{зр3}} = \alpha_3 \cdot N_{\text{зр}}. \quad (1.10)$$

Склад руху потоку автомобілів у частках одиниці

$$P_1 = \frac{N_{\text{зр1}}}{N}; P_2 = \frac{N_{\text{зр2}}}{N}; P_3 = \frac{N_{\text{зр3}}}{N}; P_4 = \frac{N_{\text{л}}}{N}; P_5 = \frac{N_{\text{а}}}{N}. \quad (1.11)$$

Наприкінці розрахунків необхідно виконати перевірку

$$P_j = 1. \quad (1.12)$$

3. Встановлення категорії дороги, розрахункові швидкості руху та параметрів автомобільних доріг, що залежать від розрахункової швидкості

Категорію запроектованої автомобільної дороги варто встановлювати в залежності від розмірів перспективної інтенсивності руху за табл. 1.1.

Розрахункову інтенсивність руху в транспортних одиницях приймають, коли кількість легкових автомобілів становить менше 30% загального транспортного потоку.

Розрахункову швидкість руху для проектування елементів плану, подовжнього і поперечного профілів, варто брати за показниками табл. 1.2 у залежності від рельєфу місцевості.

Параметри автомобільних доріг, що залежать від розрахункової швидкості, обирають із табл. 1.3.

Таблиця 1.1 - Технічна класифікація автомобільних доріг

Категорія дороги	Розрахункова інтенсивність руху, (авт/добу)	
	транспортних одиниць	приведена до легкового автомобіля
I _a	понад 10000	понад 14000
I _б	понад 10000	понад 14000
II	від 3000 до 10000	від 5000 до 14000
III	від 1500 до 3000	від 2500 до 5000
IV	від 150 до 1500	від 300 до 2500
V	до 150	до 300

Таблиця 1.2 - Розрахункова швидкість руху автомобілів

Категорія дороги	Розрахункова швидкість, км/г		
	основна	допустима на складних ділянках місцевості	
		пересічної	гірської
I _a	150	120	100
I _б	140	110	80
II	120	100	60
III	100	80	50
IV	90(80)	60	30
V	90(60)	40	30

Таблиця 1.3 - Параметри автомобільних доріг, що залежать від розрахункової швидкості

Показник	Розрахункова швидкість, км/год.								
	150	140	120	110	100	80	60	50	30
Найбільший подовжній схил, ‰	30	35	40	45	50	60	70	80	100
Найменша відстань видимості для зупинки	300	300	250	250	200	150	85	75	45
Найменша відстань видимості зустрічного автомобіля	-	500	450	450	350	250	170	130	90
Найменші радіуси кривих у плані	1200	1100	800	700	600	300	150	100	30
Найменші радіуси кривих у подовжньому профілі опуклих	30000	25000	15000	13000	10000	5000	2500	1500	600
Найменші радіуси кривих у подовжньому профілі угнутих	8000	7000	5000	4000	3000	2000	1500	1200	600
Рекомендована довжина прямої у плані	3500-5000	3000-4500	2000-3500	2000-3500	2000-3500	1500-2000	1500-2000	1000-1500	-

4. Визначення параметрів поперечного профілю

Параметри поперечного профілю автомобільних доріг в залежності від їх категорії нормуються відповідно до ДБН В.2.3 – 4 – 2000 (табл. 1.4).

На дорозі V категорії з автобусним рухом ширина проїзної частини призначається 6 м без улаштування укріплених смуг узбіччя.

У разі необхідності за відповідного техніко-економічного обґрунтування параметри автомобільних доріг дозволяється збільшувати.

Таблиця 1.4 - Параметри поперечного профілю автомобільних доріг

Показник	Категорія дороги					
	I _a	I _б	II	III	IV	V
Кількість смуг руху, шт.	4; 6; 8	4; 6	2	2	2	1
Ширина смуги руху	3,75	3,75	3,75	3,5	3,0	4,5
Ширина проїзної частини	2x7,5; 2x11,25 2x15,0	2x7,5; 2x11,25	7,5;	7,0	6,0	4,5
Ширина узбіччя, у тому числі:	3,75	3,75	3,5	2,5	2,0	1,75
- ширина зупинкової смуги;	2,5	2,5	2,0	2,0	-	-
- ширина укріпленої смуги узбіччя	0,75	0,75	0,75	0,5	0,5	-
Найменша ширина розділювальної смуги	6,0	5,0	-	-	-	-
Ширина укріпленої смуги на розділювальній смузі	1,0	1,0	-	-	-	-
Найменша ширина земляного полотна	28,5; 36,0; 43,5	27,5 35,0	14,5	12,0	10,0	8,0

Доцільну кількість смуг руху на автомобільній дорозі можна визначити за залежністю:

$$n = \frac{N_{год\,np} \epsilon}{z P \gamma}, \quad (1.13)$$

де $N_{год\,np}$ – приведена годинна інтенсивність руху, прив. авт/год;

z - коефіцієнт завантаження дороги, що відповідає оптимальному рівневі зручності (у розрахунках приймаємо $z = 0,5$);

P - пропускна здатність смуги руху, авт/год;

γ - коефіцієнт, що залежить від рельєфу місцевості (при рівнинному $\gamma = 1$; при пересіченому $\gamma = 0,8$; при гірському $\gamma = 0,6$).

ϵ - коефіцієнт нерівномірності зміни інтенсивності руху (приймаємо $\epsilon = 1$).

Пропускную здатність смуги руху автомобільної дороги розраховуємо за формулою

$$P = \frac{1000V}{\frac{Vt}{3,6} + \frac{kV^2}{254\phi} + l_a + l_c}, \quad (1.14)$$

де V – швидкість руху (приймаємо 35 км/год), км/год.

t – час реакції водія (приймаємо 1,0 с), с;

k – коефіцієнт експлуатаційних умов гальмування (приймаємо 1,4);

φ – коефіцієнт повздовжнього зчеплення (приймаємо 0,6);

l_a – середня довжина автомобіля у транспортному потоці, м;

l_c – зазор безпеки до автомобіля, що прямує попереду (приймаємо 5 м), м.

Середню довжину автомобіля в транспортному потоці розраховують з урахуванням його складу. При розрахунках приймаємо середню довжину легкового автомобіля такої, що дорівнює 4,3 м, вантажного - 8 м, автобуса - 10 м.

Годинну інтенсивність руху в транспортних одиницях визначають за формулою:

$$N_{год} = 0,152 N_{доб}, \quad (1.15)$$

де $N_{доб}$ – добова інтенсивність руху, авт/доб.

Приведену годинну інтенсивність руху розраховують наступним чином:

$$N_{час пр} = (1 - \rho) N_{час} + E \rho N_{час}, \quad (1.16)$$

де ρ – частка автомобілів у транспортному потоці, що рухаються повільно (приймаємо як сумарне значення частки вантажних автомобілів і автобусів у змішаному транспортному потоці);

E – коефіцієнт приведення змішаного транспортного потоку до легкового (приймаємо $E = 1,9$).

5. Зробити висновки по роботі.

Питання до самостійної роботи

1. Вкажіть складові автомобільної дороги загального користування та дайте їх визначення.

2. Вкажіть елементи поперечного профілю автомобільної дороги та надайте їх характеристику.

3. Вкажіть елементи подовжнього профілю автомобільної дороги та надайте їх характеристику.

4. Вкажіть елементи плану автомобільної дороги та надайте їх характеристику.

5. Викладіть технічну класифікацію автомобільних доріг загального користування та надайте технічну характеристику категорії доріг.

6. Вкажіть основні технічні норми автомобільних доріг.

Практична робота 2

РОЗРАХУНОК ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕРЕЖІ МІСЬКИХ ШЛЯХІВ СПОЛУЧЕННЯ

Мета роботи - розрахунок характеристики маршрутної мережі міста.

Етапи виконання

1. Визначення щільності транспортної мережі та середньої довжини маршруту.

2. Визначення маршрутного коефіцієнта та коефіцієнта пересадочності.

3. Визначення середнього часу пішохідного руху до зупиночного пункту.

4. Визначення середньомережного інтервалу руху.

5. Складання висновків по роботі.

Вказівки до виконання

1. Щільність транспортної мережі визначають за формулою

$$\delta = \frac{L_{\text{мер}}}{F_{\text{сел}}}, \quad (2.1)$$

де $L_{мер}$ - довжина вуличних проїздів, що обслуговуються лініями транспортної мережі, км;

$F_{сел}$ - селітебна площа міста, км².

Середню довжину маршруту визначають за формулою

$$L_{м\,сер} = \frac{\sum_{i=1}^m L_{mi}}{m}. \quad (2.2)$$

2. Маршрутний коефіцієнт визначають за формулою

$$K_{м} = \frac{\sum_{i=1}^m L_{mi}}{L_{мер}}, \quad (2.3)$$

де L_{mi} - довжина i -го маршруту, км;

m - загальна кількість маршрутів у мережі, од.

Коефіцієнт пересадочності визначають за формулою:

$$K_{пер} = \frac{Q_n}{N_{пер}}, \quad (2.4)$$

де $N_{пер}$ - загальна кількість пересувань, пас.;

Q_n - загальний обсяг перевезень мережею, пас.:

$$Q_n = \sum_{i=1}^m Q_i, \quad (2.5)$$

де Q_i - обсяг перевезень на i -му маршруті мережі, пас.;

m - загальна кількість маршрутів у мережі, од.

3. Для визначення середнього часу пішохідного руху до зупиночного пункту розрахунок проводять за формулою

$$t_{neu} = \frac{k_{nn} k_{eo}}{v_{neu}} \left(\frac{1}{3\delta} + \frac{l_n}{4} \right), \quad (2.6)$$

де v_{neu} - швидкість руху пішохода, км/год;

k_{nn} - коефіцієнт непрямолінійності підходу (у розрахунках приймають $k_{nn}=1,2$);

k_{eo} - коефіцієнт вибору зупинного пункту, що забезпечує економію загальних витрат часу на пересування в порівнянні з поїздкою від найближчого зупинного пункту, $k_{eo} = 1 + \frac{v_{neu}}{v_c}$;

v_c - швидкість сполучення (приймаємо 23 км/год), км/год;

δ - щільність транспортної мережі, км/км²;

l_n - середня довжина перегону, км:

$$\bar{l}_n = \frac{\left(\sum_{i=1}^m \frac{L_{mi}}{n-1} \right)}{m}, \quad (2.7)$$

де n – кількість зупиночних пунктів у мережі, од.

4. Средньомережний інтервал руху визначають за формулою

$$I_c = \frac{2 \sum_{i=1}^m L_{mi} 60}{V_{\circ} \sum_{i=1}^m A_i}, \quad (2.8)$$

де A_i - кількість транспортних засобів, що працюють на i -му маршруті, од.;

V_{\circ} - експлуатаційна швидкість, км/год.

5. Зробіть висновки по роботі.

Питання до самостійної роботи

1. Що характеризує щільність транспортної мережі? В якому діапазоні змінюється цей показник?
2. Що характеризує маршрутний коефіцієнт? В якому діапазоні змінюється цей показник?
3. Від яких факторів залежить величина середнього часу пішохідного руху до зупиночного пункту?
4. Що характеризує коефіцієнт пересадочності? В якому діапазоні змінюється цей показник?

Практична робота 3

РОЗРАХУНОК ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ ШЛЯХІВ СПОЛУЧЕННЯ

Мета роботи - провести розрахунок пропускної здатності маршруту міського пасажирського транспорту.

Етапи виконання

1. Визначення інтенсивності руху транспортних засобів на сумісній ділянці маршрутної мережі.
2. Визначення пропускної здатності у перетині перегону.
3. Визначення пропускної здатності зупиночного пункту.
4. Прийняття рішення щодо розосередження зупиночного пункту.
5. Складання висновку по роботі.

Вказівки до виконання

1. Визначення інтенсивності руху транспортних засобів на сумісній ділянці маршрутної мережі

Для забезпечення нормальних умов роботи транспортних засобів на маршрутах міського пасажирського транспорту, що проходять по сумісній ділянці маршрутної мережі, потрібно виконання умови:

$$N < \Pi, \quad (3.1)$$

де N - інтенсивність руху транспортних засобів, од./год;

Π - пропускна здатність елемента маршруту, що лімітує, од./год.

Потрібна кількість транспортних засобів для роботи на маршруті:

$$A_i = \frac{F_{\max i} t_{\text{обі}}}{q_{\text{ні}} \gamma}, \quad (3.2)$$

де $F_{\max i}$ - пасажиропотік на найбільш завантаженому перегоні маршруту i -го маршруту, пас/год;

$t_{\text{обі}}$ - час обертв на i -му маршруті, год.;

$q_{\text{ні}}$ - пасажиромісткість транспортного засобу, що працюють на i -му маршруті, пас.;

γ - коефіцієнт використання пасажиромісткості транспортного засобу.

Інтенсивність руху транспортних засобів визначають за формулою

$$N_i = \frac{A_i}{t_{\text{обі}}}. \quad (3.3)$$

Інтенсивність руху є зворотною величиною до середнього інтервалу руху на всіх маршрутах, що проходять через зупинний пункт, яку визначають за формулою:

$$I_{cp} = 1 / \sum_{i=1}^y 1 / I_i , \quad (3.4)$$

де I_i - інтервал руху на маршруті з умовним номером i .

y - кількість маршрутів, що проходять через зупинний пункт, од.

2. Визначення пропускної здатності в перетині перегону

Максимальну пропускну здатність в перетині перегону визначають за формулою

$$П_{\text{макс}} = \frac{3600 v_{onm}}{l_{\text{інт мін}}} = \frac{3600}{t_p + \frac{v_{onm}}{2a_{me}} + \frac{l_n + l_{\sigma}}{v_{onm}}} , \quad (3.5)$$

де v_{onm} - швидкість руху транспортних засобів, що відповідає максимальній пропускній здатності, м/с;

l_n - довжина транспортного засобу, м;

l_{σ} - зазор безпеки, м.

a_{me} - середнє гальмівне сповільнення при екстреному гальмуванні, м/с².

Швидкість руху транспортних засобів, що відповідає максимальній пропускній здатності:

$$v_{onm} = \sqrt{2a_{me}(l_n + l_{\sigma})} . \quad (3.6)$$

3. Визначення пропускної здатності зупинного пункту

Пропускна здатність зупинного пункту визначається за формулою

$$\Pi_{zn} = \frac{3600}{t_{int\ min}}, \quad (3.7)$$

де $t_{int\ min}$ - мінімальний інтервал часу між транспортними засобами, що проходять через зупинний пункт, хв.

$$t_{int\ min} = t_z + t_{\epsilon z} + t_{n\epsilon} + t_{zd} + t_{zg}, \quad (3.8)$$

де t_z - витрати часу на гальмування зі службовим сповільненням, с;

$t_{\epsilon z}$ - витрати часу, що витрачаються на відкривання та закривання дверей ($t_{\epsilon z} = 1,5-2$ с), с;

$t_{n\epsilon}$ - витрати часу на пасажирообмін (посадку та висадку пасажирів), с;

t_{zd} - витрати часу на закривання дверей ($t_{zd} = 2-3$ с), с;

t_{zg} - витрати часу на звільнення зупинного пункту, с.

Витрати часу на гальмування визначають за формулою

$$t_z = \sqrt{2l_n / a_m}, \quad (3.9)$$

де l_n - довжина транспортного засобу, м;

a_m - сповільнення при службовому гальмуванні, м/с².

Витрати часу на пасажирообмін розраховують за формулою

$$t_{n\epsilon} = \frac{\rho_{on} q_n t_{nac} k_{nd}}{n}, \quad (3.10)$$

де ρ_{on} - середньогодинний коефіцієнт пасажирообміну зупинного пункту, що вказує, яку частину місткості складають пасажирів, що входять та виходять;

q_n - пасажиромісткість транспортного засобу, пас.;

t_{nac} - час, що витрачається на посадку або висадку одного пасажирів, с;

$k_{нд}$ - коефіцієнт нерівномірності посадки та висадки пасажирів через двері транспортного засобу;

n - кількість дверей для входу та виходу пасажирів у транспортному засобі, од.

Середньогодинний коефіцієнт пасажирообміну зупинного пункту визначають за залежністю:

$$\rho_{on} = \frac{R_{zn}}{q_n N_{\partial s}}, \quad (3.11)$$

$N_{\partial s}$ - інтенсивність руху транспортних засобів, од./год.;

R_{zn} - пасажирообмін зупинного пункту, пас./год.;

Пасажирообмін зупинного пункту визначаємо за залежністю

$$R_{zn} = \frac{A_{вх} + A_{вих}}{T}, \quad (3.12)$$

де $A_{вх}$ - кількість пасажирів, що входять до транспортного засобу, пас.;

$A_{вих}$ - кількість пасажирів, що виходять з транспортного засобу, пас.;

T - період спостереження, год. У розрахунках приймаємо $T=1$ год.

Витрати часу на звільнення зупинного пункту визначають за формулою

$$t_{зв} = \sqrt{2l_n / a_n}, \quad (3.13)$$

де a_n - службове прискорення транспортного засобу, м/с².

Слід враховувати, що фактична пропускна здатність зупинних пунктів унаслідок різних збоїв у русі транспортних засобів на 20% нижча, тобто складає приблизно 0,8 розрахункової.

4. Прийняття рішення щодо розосередження зупинного пункту

У випадках, коли умова (3.1) не виконується, підвищення пропускної спроможності зупинного пункту можна досягти розосередженням, тобто заміною одиночного зупинного пункту здвоєним або строєним. Пропускную здатність складного (розосередженого) зупинного пункту визначають за залежністю

$$\Pi_{зп\ p} = \Pi_{зп} k_p \varepsilon_{зп\ p}, \quad (3.14)$$

де k_p - коефіцієнт розосередження (для одиночного зупинного пункту $k_p=1$, для здвоєного $k_p=2$ та для строєного $k_p=3$);

$\varepsilon_{зп\ p}$ - коефіцієнт зниження пропускної здатності за рахунок взаємних перешкод руху транспортних засобів, що прибувають до складного зупинного пункту (на автобусних маршрутах для одиночного зупинного пункту $k_p=1$, для здвоєного $k_p=0,8$ та для строєного $k_p=0,7$).

Знаючи пропускну здатність елемента, що її лімітує, можна визначити величину провізної здатності:

$$\Pi_{зп\ p} = \Pi_{зп} q_n. \quad (3.15)$$

5. Зробити висновки по роботі

Питання до самостійної роботи

1. Від яких параметрів залежить величина пропускної здатності у перетині перегону маршруту міського пасажирського транспорту?
2. Від яких параметрів залежить величина пропускної здатності зупинного пункту?
3. Якими засобами можна підвищити величину пропускної здатності зупинного пункту?
4. Що характеризує «провізна здатність»?
5. Від яких параметрів залежать витрати часу на пасажирообмін?

Практична робота 4

ОБЛАШТУВАННЯ ПІШОХІДНИХ ШЛЯХІВ СПОЛУЧЕННЯ

Мета роботи – визначення параметрів інженерного оснащення регульованого пішохідного переходу.

Етапи виконання

1. Розрахунок параметрів інженерного оснащення пішохідного переходу.
2. Установлення засобів інженерного оснащення пішохідного переходу.
3. Визначення витрат для інженерного оснащення пішохідного переходу.
4. Складання висновків по роботі.

Вказівки до виконання

1. Розрахунок параметрів інженерного оснащення пішохідного переходу

Ширину пішохідного переходу, який розмічають, визначають з урахуванням інтенсивності пішохідного руху з розрахунку 1 м на кожних 500 пішоходів за годину, але не менше ніж 4 м.

Ширину пішохідного переходу розраховують за формулою

$$b_n = \frac{N_{niu}}{P_{niu1}} b_{n1}, \quad (4.1)$$

де N_{niu} - інтенсивність пішохідного руху, піш./год;

P_{niu1} - пропускна здатність однієї смуги переходу, піш./год;

b_{n1} - ширина однієї смуги руху пішоходів (приймаємо 1,0 м), м.

Пропускную здатність однієї смуги переходу визначають за формулою

$$P_{niu1} = \left(1 + \frac{t_{зел} - t_{n1}}{\delta t_n} \right) \frac{3600}{T_{\text{ц}}}, \quad (4.2)$$

де $t_{зел}$ - тривалість зеленого сигналу світлофора, с;

t_{n1} - час, що необхідний для пересічення проїзної частини після включення зеленого сигналу, с;

δt_n - інтервал між пішоходами (0,9-1,5 с), с.

$T_{\text{ц}}$ - тривалість циклу світлофорного регулювання, с.

Час, що необхідний для пересічення пішоходом проїзної частини, визначають за формулою:

$$t_{n1} = \frac{b_{n\text{ч}}}{v_n} + t_{\text{зан}}, \quad (4.3)$$

де $b_{пч}$ - ширина проїзної частини, м;

v_n - швидкість руху пішохода на переході (у розрахунках приймаємо 1,3 м/с), м/с;

$t_{зан}$ - час запізнювання (у розрахунках приймаємо 5 с.), с.

2. Встановлення засобів інженерного оснащення пішохідного переходу

Знаки 5.35.1 і 5.35.2 «Пішохідний перехід» мають застосовуватись для позначення місць, що призначені для організованого переходу пішоходів через проїзну частину, якщо інтенсивність руху автотранспорту перевищує 300 авт/год в обох напрямках та більше 100 пішоходів перетинають проїзну частину хоча б в одну годину будь-якого дня тижня.

Знак 5.35.1 мають установити праворуч від дороги; знак 5.35.2 - ліворуч. У разі відсутності на переході розмітки 1.14.1 - 1.14.3 знаки 5.35.1 і 5.35.2 мають бути установлені так, щоб знак 5.35.1 містився відносно транспортних засобів, що наближаються до переходу, на ближній межі переходу, а знак 5.35.2 - на дальній.

Знак 5.35.2 допускається розташовувати на зворотному боці знака 5.35.1, що призначений для водіїв зустрічного напрямку.

На регульованих перехрестях, зокрема і на тих, які позначено дорожньою розміткою 1.14.3 і світлофорну сигналізацію не переводять у режим жовтого миготіння, знаки 5.35.1 і 5.35.2 можна не встановлювати.

Розташованість світлофорів відносно розмітки 1.12 «Стоп-лінія» має забезпечувати розпізнаваність їхніх сигналів водіями перших транспортних засобів, що стоять біля неї (рис. 4.1).

Рекомендована відстань у горизонтальній площині від транспортних світлофорів до розмітки 1.12 «Стоп-лінія» на підході до регульованої ділянки має бути не менша ніж 5,0 м у разі встановлення їх над проїзною частиною й не менша ніж 3,0 м у разі встановлення збоку від проїзної частини.

Використовуючи світлофори типу 3, відстань у горизонтальній площині від транспортного світлофору, встановленого збоку від проїзної частини, до стоп-лінії на підході до регульованої ділянки, можна зменшувати до 1,0 м.

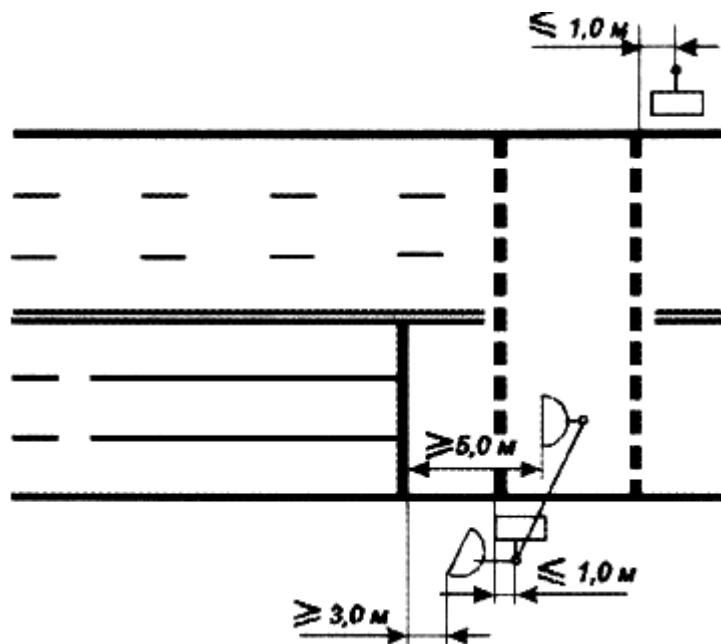


Рис. 4.1 - Розташування світлофорів відносно розмітки 1.12 «Стоп-лінія»

За відсутності на регульованому переході розмітки 1.14.3 пішохідні світлофори мають бути встановлені так, щоб відносно транспортних засобів, що наближаються до переходу, пішохідний світлофор з правого боку проїзної частини містився на ближній межі переходу, а з лівого боку - на дальній. За наявності дорожньої розмітки 1.14.3 дозволяється установлювати пішохідні світлофори на одному перетині дороги.

Пішохідні світлофори треба розміщувати на тротуарах з обох боків проїзної частини. За наявності острівця безпеки або розділової смуги - і на них, якщо кількість смуг руху в одному напрямку більша чотирьох.

Режим роботи світлофорної сигналізації з використанням транспортних світлофорів типів 1 - 3 і пішохідних світлофорів має передбачати миготіння зеленого сигналу протягом 3 с безпосередньо перед вимкненням.

На наземному пішохідному переході, в разі відсутності забудови, має бути забезпечений трикутник видимості не менше ніж 50 м x 10 м. У зоні

трикутника видимості не допускають розміщення споруд, рекламоносіїв і зелених насаджень заввишки більше 0,5 м.

На пішохідних переходах, де рух регулює світлофор, мусить застосовуватись розмітка 1.14.3.

Перильні огороження для пішоходів улаштовуються біля пішохідних переходів на відстані не менше ніж 50 м у кожен бік.

Острівці безпеки влаштовують за ширини проїзної частини більше 15м, що дорівнюють ширині центральної розділювальної смуги, а в умовах її відсутності - завширшки не менше 2 м за рахунок звуження смуги руху до 3,25 м на магістральних вулицях і дорогах загальноміського та районного значення, а також за рахунок смуг озеленення і тротуарів. Довжину острівців слід приймати такою, що дорівнює ширині пішохідного переходу.

Щоб зазначити напрямок об'їзду острівців безпеки, застосовують знак 4.7 «Об'їзд перешкоди з правого боку». У разі встановлення знаку 4.7 на стійках допускається під знаком встановлювати щити розміром 350 x 700 мм та нанесеною на них розміткою 2.3.

Загальну площу острівців безпеки визначається, як:

$$B_n = fQ_o, \quad (4.4)$$

де f - площа, яку займає на острівці безпеки один пішохід (у розрахунках приймаємо $0,3 \text{ м}^2$), м^2 ;

Q_o - кількість пішоходів, які скопичуються на острівці за період сигналів світлофора, що забороняють рух, піш.:

$$Q_o = \frac{N_n}{3600} t_{ж}, \quad (4.5)$$

де $t_{ж}$ - тривалість жовтого сигналу світлофору, с.

Острівець безпеки слід виконувати бордюрами або блоками. Ділянка пішохідного переходу, яка обмежена острівцем безпеки має бути не менша 1,0 м.

3. Визначення витрат для інженерного оснащення пішохідного переходу

Виконати схему розміщення технічних засобів організації і регулювання дорожнього руху на пішохідному переході з урахуванням масштабу.

Капітальні витрати для інженерного оснащення пішохідного переходу можна визначити, як суму наступних складових:

$$Z_{\text{оз}} = \sum_{i=1}^n Z_{pi} \cdot l_{pi} + Z_z \cdot k_z + Z_{mc} \cdot k_{mc} + Z_{nc} \cdot k_{nc} + Z_{об} \cdot B_n + Z_{нпо} \cdot k_{нпо}, \quad (4.6)$$

де Z_{pi} – витрати на нанесення розмітки, грн./м.п.;

l_{pi} – довжина дорожньої розмітки i - го виду, м.п.

Z_z – витрати на установлення дорожнього знаку, грн.;

k_z – кількість знаків, од.

Z_{mc} , Z_{nc} – витрати на установлення транспортного та пішохідного світлофорів відповідно, грн.;

k_{mc} , k_{nc} – кількість транспортних і пішохідних світлофорів відповідно, од.

$Z_{нпо}$ – витрати на встановлення однієї секції направляючих пішохідних огорожень, грн./од.

$k_{нпо}$ – кількість секцій направляючих пішохідних огорожень, од.

$Z_{об}$ – витрати на встановлення 1 м² острівця безпеки, грн./м²;

У розрахунках приймаємо наступні дані щодо витрат на інженерне оснащення пішохідного переходу:

- витрати на нанесення розмітки 1.14.3 – 8 грн./м.п.;
- витрати на нанесення розмітки 1.12 – 16 грн./ м.п.;
- витрати на встановлення пішохідних огорожень, 1 секція (2,2 м) – 800 грн.;
- витрати на встановлення трьохсекційного світлодіодного транспортного світлофора – 7400 грн.;
- витрати на встановлення пішохідного світлофора – 3600 грн.;
- витрати на встановлення дорожнього знаку – 360 грн.;
- витрати на встановлення острівця безпеки – 1200 грн./м².

4. Зробити висновки по роботі.

Питання до самостійної роботи

1. Укажіть показники, що характеризують рух пішоходів на переходах.
2. Викладіть методику визначення місця розташування пішохідних переходів на міських магістралях.
3. Викладіть вимоги щодо інженерного оснащення пішохідних переходів.

Практична робота 5

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ДОВЖИНИ ПЕРЕГОНУ МАРШРУТУ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Мета роботи - визначити раціональну довжину перегону маршруту міського пасажирського транспорту.

Етапи виконання

1. Розрахунок витрат часу пасажирів на пересування.
2. Визначення раціональної довжини перегону та факторів, що впливають на її значення.
3. Складання висновків по роботі.

Вказівки до виконання

1. *Розрахунок витрат часу пасажирів на пересування*

Вибір довжини перегону маршруту міського пасажирського транспорту виконують за критерієм мінімуму загальних витрат часу пасажирів на пересування:

$$t_n \longrightarrow \min, \quad (5.1)$$

де t_n - середній час пересування пасажирів, год.

Загальні витрати часу пасажирів на пересування визначають за формулою

$$t_n = 2t_{niu} + t_{mp} + t_{oc}, \quad (5.2)$$

де t_{niu} - витрати часу на пішохідний рух до (від) зупиночного пункту, год;

t_{mp} - витрати часу на рух у транспортному засобі, год;

t_{oc} - витрати часу на очікування транспортного засобу на зупиночному пункті, год.

Витрати часу на рух у транспортному засобі:

$$t_{mp} = \frac{60l_{cp}}{V_m} + \left(\frac{l_{cp}}{l_n} - 1 \right) t_{zn}, \quad (5.3)$$

де l_{cp} - середня відстань поїздки пасажирів, км;

V_m - середня технічна швидкість руху, км/год;

l_n - середня довжина перегону, км;

t_{zn} - середні витрати часу на пасажирообмін на зупинному пункті, хв.

Для визначення середнього часу пішохідного руху до зупиночного пункту розрахунок проводять за формулою

$$t_{neu} = \frac{60k_{nn}k_{zn}}{v_{neu}} \left(\frac{1}{3\delta} + \frac{l_n}{4} \right), \quad (5.4)$$

де v_{neu} - швидкість руху пішохода (приймаємо такою, що дорівнює 4 км/год), км/год;

k_{nn} - коефіцієнт непрямолінійності підходу (у розрахунках приймаємо $k_{nn}=1,2$);

k_{zn} - коефіцієнт вибору зупинного пункту (у розрахунках приймаємо $k_{zn}=1,3$);

δ - щільність транспортної мережі, км/км².

Витрати часу на очікування транспортного засобу на зупинному пункті визначаємо як:

$$t_{оч} = \frac{I}{2} \varepsilon_p, \quad (5.5)$$

де I - інтервал руху транспортних засобів на маршруті, хв.

ε_p - коефіцієнт, що враховує відхилення фактичного інтервалу від планового та можливість виникнення відмови пасажирів в посадці (у розрахунках приймаємо $\varepsilon_p=1,5$).

2. Визначення раціональної довжини перегону та факторів, що впливають на її значення

Побудувати графік зміни витрат часу пасажирів на пересування в залежності від довжини перегону при середній відстані поїздки пасажирів 3, 5 та 7 км. Приклад оформлення графіка наведений на рис. 5.1. Результати розрахунків занести до табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Результати розрахунків

Довжина перегону, км	Витрати часу на пішохідний рух, хв.	Витрати часу на очікування, хв.	Витрати часу на рух у транспортному засобі (хв.) при середній відстані поїздки пасажирів:		
			3 км	5 км	7 км

Визначити середню довжину перегону, що забезпечує мінімум цільової функції (5.1).

3. Складання висновків по роботі

Зробити висновок щодо залежності раціональної довжини перегону маршруту міського пасажирського транспорту від факторів, що впливають на її величину.

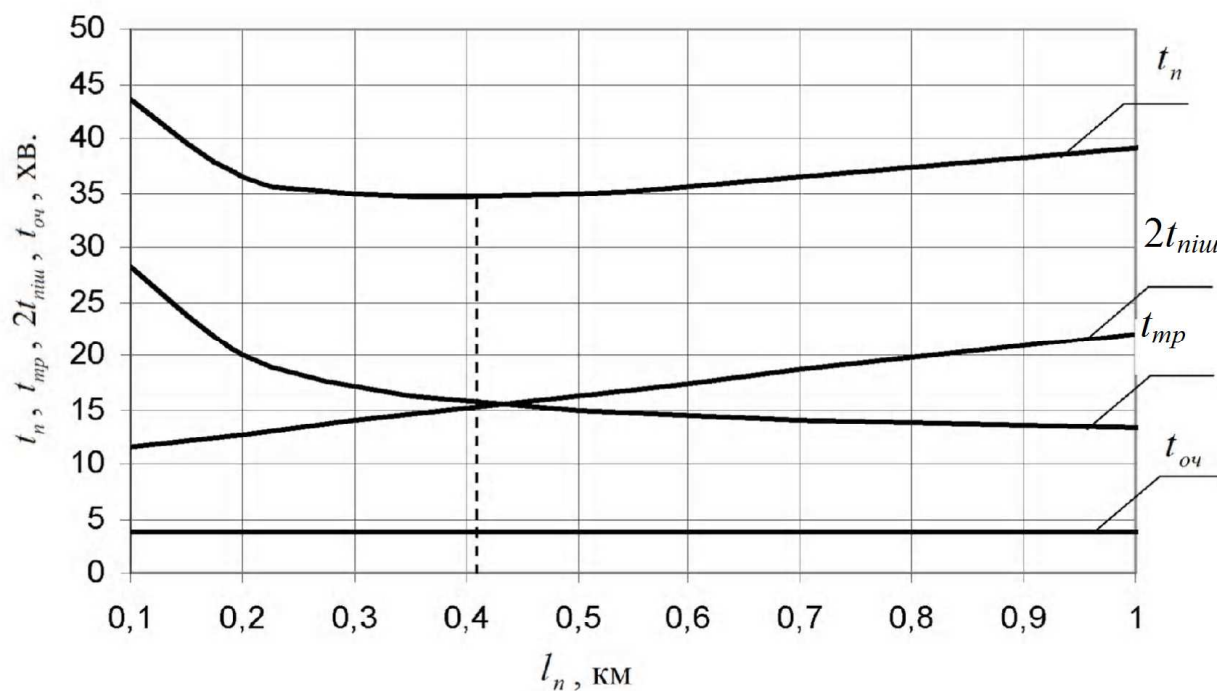


Рис. 5.1 – Залежність витрат часу пасажирів на пересування від середньої довжини перегону

Питання до самостійної роботи

1. Укажіть вимоги щодо облаштування маршрутів міського пасажирського транспорту.
2. Викладіть методику визначення раціональної довжини перегону маршрутів міського пасажирського транспорту.
3. Укажіть вимоги щодо розміщення зупинних пунктів міського маршрутного пасажирського транспорту.
4. Які фактори впливають на величину раціональної довжини перегону маршруту міського пасажирського транспорту?
5. Як змінюються складові витрат часу пасажирів на пересування в залежності від середньої довжини перегону?

Практична робота 6

ПОРІВНЯННЯ ВАРІАНТІВ ДОРОЖНІХ РОЗВ'ЯЗОК

Мета роботи - провести порівняння варіантів дорожніх розв'язок.

Етапи виконання

1. Формування схем розв'язок.
2. Розрахунок техніко-економічних показників порівняння варіантів розв'язки.
3. Складання висновків по роботі.

Вказівки до виконання

1. Формування схем розв'язок

Для техніко-економічного порівняння варіантів розв'язки їх необхідно накреслити у вигляді схеми в одному масштабі на двох аркушах кальки. Виконання креслень на кальці дає можливість накласти одну схему на другу для порівняння відстаней між розрахунковими точками.

На схемах варіантів розв'язок визначають точки, між якими визначають показники, за якими варіанти порівнюють. Точки необхідно визначити таким чином, щоб вони знаходилися за межами обох варіантів розв'язки, тобто в місцях, де закінчується найдовший з'їзд.

Таким чином, ці точки на всіх варіантах будуть лежати на однаковій відстані від центру розв'язки.

2. Розрахунок техніко-економічних показників порівняння варіантів розв'язки

Техніко-економічне порівняння варіантів розв'язки проводиться шляхом визначення питомих приведених дорожньо-транспортних витрат. Для цього необхідно визначити відстань між постійними точками за кожним із напрямків (ці відстані визначають за схемою з урахуванням масштабу). Після цього визначається мінімальне значення відстані між постійними точками за кожним з напрямків, для якого приведені питомі дорожньо-транспортні витрати визначають за формулою (як для короткого маршруту)

$$E_{\kappa} = l_{\kappa} \left(\frac{aD_{\partial}}{Q} + bT \right), \quad (6.1)$$

де l_{κ} – мінімальне значення відстані між постійними точками даного напрямку руху, км;

Q – річний об'єм руху, авт/рік;

D_{∂} – дорожні витрати на будівництво та утримання 1 км з'їзду за даним напрямком, тис. грн.

a, b, m – коефіцієнти, які враховують неодноразовість витрат (можна $a=0,86; b=2,44; m=8,0$).

T – транспортна складова собівартості перевезень, грн.;

Річний об'єм руху визначають наступним чином:

$$Q = 10 \cdot M_{\text{з}} \cdot D, \quad (6.2)$$

де $M_{\text{з}}$ – інтенсивність руху на з'їзді (авт/г);

D – розрахункове число днів на рік (280 – 320).

Дорожні витрати на будівництво та утримання 1 км з'їзду за даним напрямком визначають за формулою

$$D_{\partial} = C + md, \quad (6.3)$$

де C – вартість будівництва 1 км з'їзду у залежності від типу доріг, що пересікаються, тис. грн.

d – вартість утримання 1 км з'їзду, тис. грн.

Якщо для даного напрямку руху необхідно користуватись шляхопроводом, то вартість шляхопроводу входить до вартості дорожніх витрат, тобто $D_{\partial} + \Pi$. Вартість шляхопроводу визначається як добуток ширини смуги руху на довжину шляхопроводу і на вартість 1м^2 .

Для інших значень відстаней між постійними точками за даним напрямком питомі приведені дорожньо-транспортні витрати визначають як для довгого варіанту за формулою

$$E_{\partial} = l_{\partial} \left[\frac{aD_{\partial}}{Q} + bT \left(1 + \frac{\bar{V}_{\kappa} \cdot l_{\partial} - \bar{V}_{\partial} \cdot l_{\kappa}}{\bar{V}_{\partial} \cdot l_{\partial}} \right) \right], \quad (6.4)$$

де l_{∂} – довжина маршруту між постійними точками даного напрямку, більшого за l_{κ} , км;

\bar{V}_{κ} та \bar{V}_{∂} – відповідно середні значення швидкостей руху на короткому і довгому з'їздах, км/год.

$$\bar{V}_{\kappa, \partial} = 51,8 - 1,16 \cdot \frac{10000}{R_3^2} - 0,065 \cdot N_3. \quad (6.5)$$

де R_3 - радіус з'їзду, м;

N_3 - інтенсивність руху транспортних засобів на з'їзді, авт./год.

Питомі приведені дорожньо-транспортні витрати визначаються для всіх основних напрямків доріг, що пересікаються, у зв'язку з тим, що шляхи між постійними точками можуть відхилятися від прямих напрямків і проходить шляхопроводами, а також для всіх з'їздів на розв'язці.

Усі розрахунки зводяться до табл. 6.1 за варіантами. За результатами розрахунків робиться висновок щодо обраного варіанту розв'язки (E_{\min}).

Таблиця 6.1 – Результати розрахунків

Номер напрямку руху	l , км	M_i , авт/г	Q , авт/рік	C , тис. грн.	d , тис. грн.	Π , тис. грн.	D_∂ , тис. грн.	T , грн.	aD_∂	bT	E , грн./авт.
1-2											
1-3											
1-4											
2-1											
2-3											
...											

3. Складання висновків по роботі.

Питання до самостійної роботи

1. Укажіть види розв'язок вулиць та доріг у різних рівнях.
2. Викладіть методику розрахунку основних геометричних елементів розв'язок вулиць та доріг у різних рівнях.
3. За яким критерієм визначають вибір варіанту розв'язки для проектування?

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Буга П.Г., Шелков Ю.Д. Организация пешеходного движения в городах: Учебное пособие для вузов. – М.: Высш. школа, 1980. – 232 с.
2. ДБН В.2.3-5-2001. Споруди транспорту. Вулиці та дороги населених пунктів.
3. ДБН В.2.3-4-2000. Споруди транспорту. Автомобільні дороги.
4. ДСТУ 4092-2002. Світлофори дорожні. Загальні технічні вимоги, правила застосовування та вимоги безпеки.
5. ДСТУ 2587-94. Розмітка дорожня. Технічні вимоги. Методи контролю. Правила застосування.
6. ДСТУ 4100-2002. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування.
7. ДСТУ Б В.2.3-9-2003. Споруди транспорту. Пристрої дорожні напрямні. Загальні технічні умови.
8. Ефремов И.С., Кобозев В.М., Юдин В.А. Теория городских пассажирских перевозок: Учеб. пособие для вузов. - М.: Высш. школа, 1980. - 535 с.
9. Лобанов Е. М. Транспортная планировка городов: Учебник для студентов вузов. - М.: Транспорт, 1990. - 240 с.
10. Пассажирские автомобильные перевозки / Афанасьев Л.Л., Воркут А.И., Дьяков А.Б., Миротин Л.Б., Островский Н.Б. - М.: Транспорт, 1986. - 220 с.
11. Проектування і будівництво автомобільних доріг: Довідник / В.Й. Заворицький, В.П. Старовойда, О.А. Білятинський та ін.; За ред. В.Й. Заворицького. – К.: Техніка, 1996. – 383 с.
12. Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения. - М.: Транспорт, 1973. - 303 с.
13. Системологія на транспорті. Підручник у 5 кн. / Під заг. ред. Дмитриченка М.Ф. – Кн. 4: Організація дорожнього руху / Е.В. Гаврилов, М.Ф. Дмитриченко, В.К. Доля, О.Т. Лановий, І.Е. Линник, В.П. Поліщук.- К.: Знання України, 2007.- 452 с.
14. Фишельсон М. С. Городские пути сообщения: Учеб. пособие для вузов.- 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. школа., 1980. - 296 с.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Методичні вказівки
до практичних занять та самостійної роботи
з дисципліни

«ШЛЯХИ СПОЛУЧЕННЯ»

(для студентів 5 курсу спеціальностей
7.07010104, 8.07010104 «Організація і регулювання дорожнього руху»,
7.07010102, 8.07010102 «Організація перевезень і управління на транспорті»)

Укладачі: **КУШ Євген Іванович,**
ПОНКРАТОВ Денис Павлович,
РОСЛАВЦЕВ Дмитро Миколайович

Редактор *Д. Ф. Курильченко*

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

План 2009, поз. 576М

Підп. до друку 18.11.2010 р.	Формат 60×84/16
Друк на ризографі.	Ум.-друк. арк. 1,5
Тираж 50 пр.	Зам. №

Видавець і виготовлювач:
Харківська національна академія міського господарства,
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 4064 від 12. 05. 2011 р.